

Anwendung von Schwarmintelligenz (PSO) zur Minimierung des Primärenergiebedarfs und der Gesamtkosten von Klimatisierungskonzepten in der Planungsphase

Ralf Wagner

Vorstand Technik (CTO)

LTG Aktiengesellschaft



Berlin, 28./29. Januar 2021

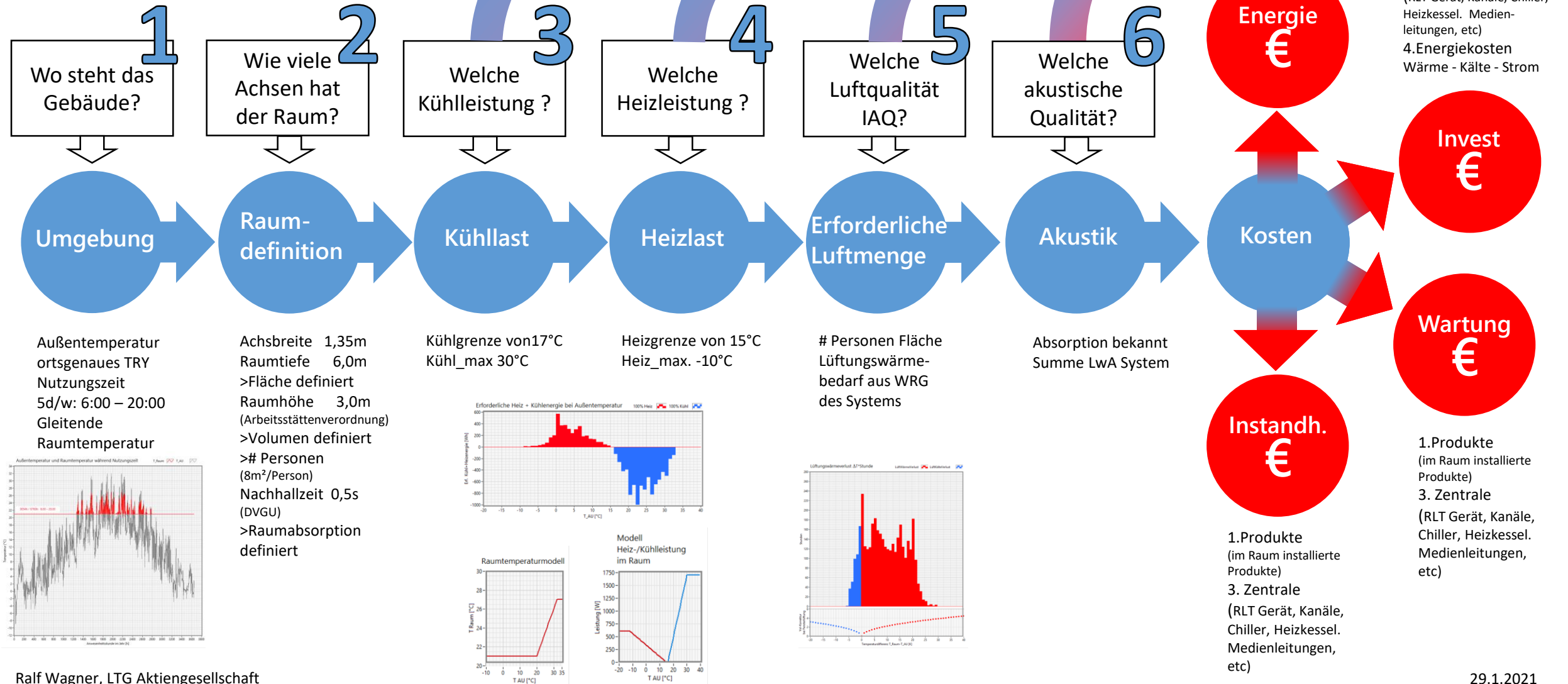
Übersicht

- Aufgabenstellung
- Simulationsmodell
- Reduzierung des Datensets
- KI Optimierungsverfahren (PSO)
- Anwendung des Verfahrens auf 100+ Klimasysteme
- Datenanalyse
- Freies Webtool

Simulationsmodell



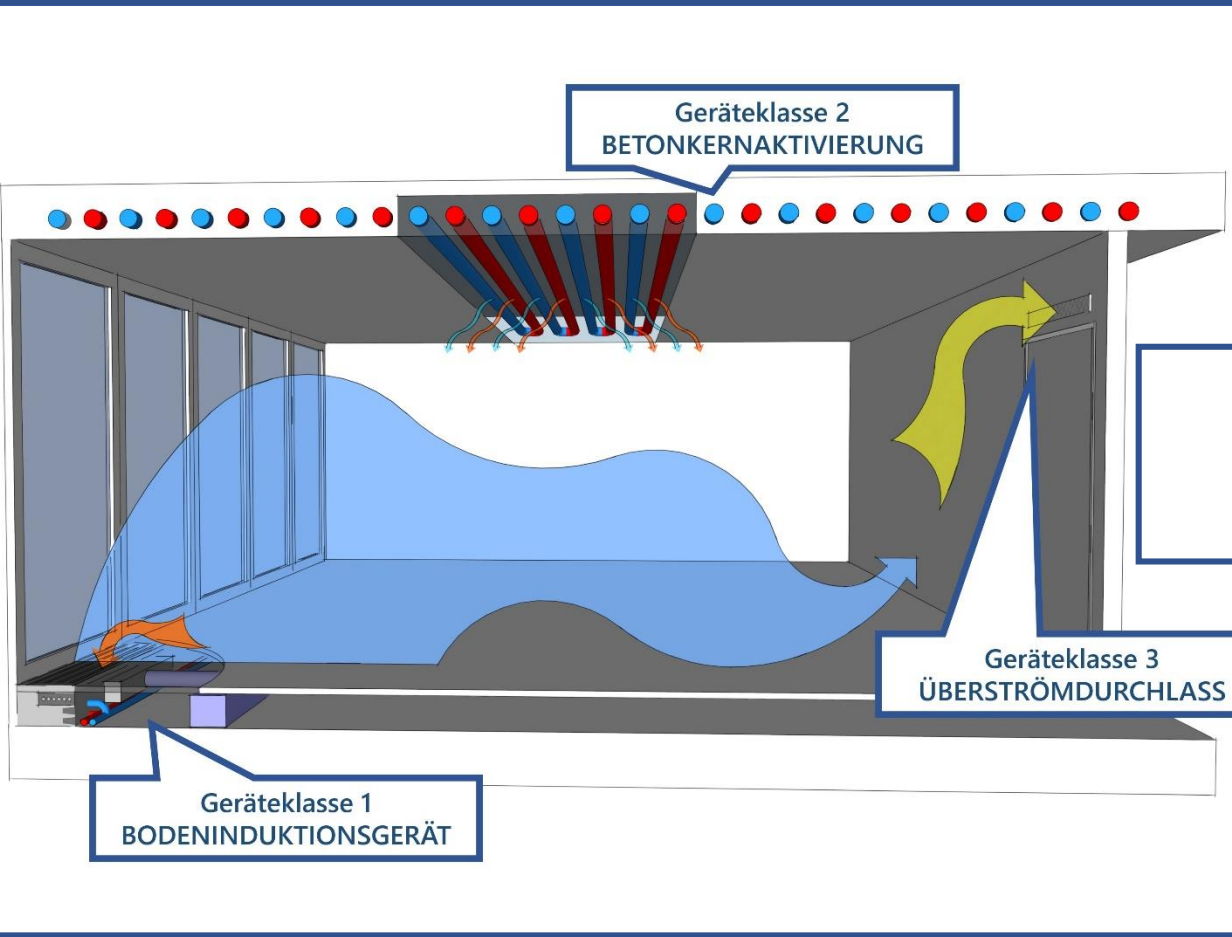
Reduzierung des erforderlichen Datensets [6 Fragen]



Optimierungsverfahren: Klimasystemmodell

3 Geräteklassen

13 –dimensionales Optimierungsproblem



Geräteklasse 1: [Produkte mit Lüftungsfkt]

Dimension: Anzahl 1, Baugröße 2, Heizleistung 3, Kühlleistung 4, Luftmenge 5

Geräteklasse 2: [Sekundär Heiz/Kühlprodukte]

Dimension: Anzahl 6, Baugröße 7, Heizleistung 8, Kühlleistung 9, Luftmenge 10

z.B. Fancoils, Induktionsgeräte, Kühldecken, Kühlsegel, Konvektoren, Luftdurchlässe, Betonkernaktivierung, Fenster, dezentrale Geräte, ..

Geräteklasse 3: [Abluftprodukte]

Dimension: Anzahl 11, Baugröße 12, Luftmenge 13

z.B. Abluftsysteme, Überströmelemente, ...

Optimierungsverfahren: Mögliche Lösungen

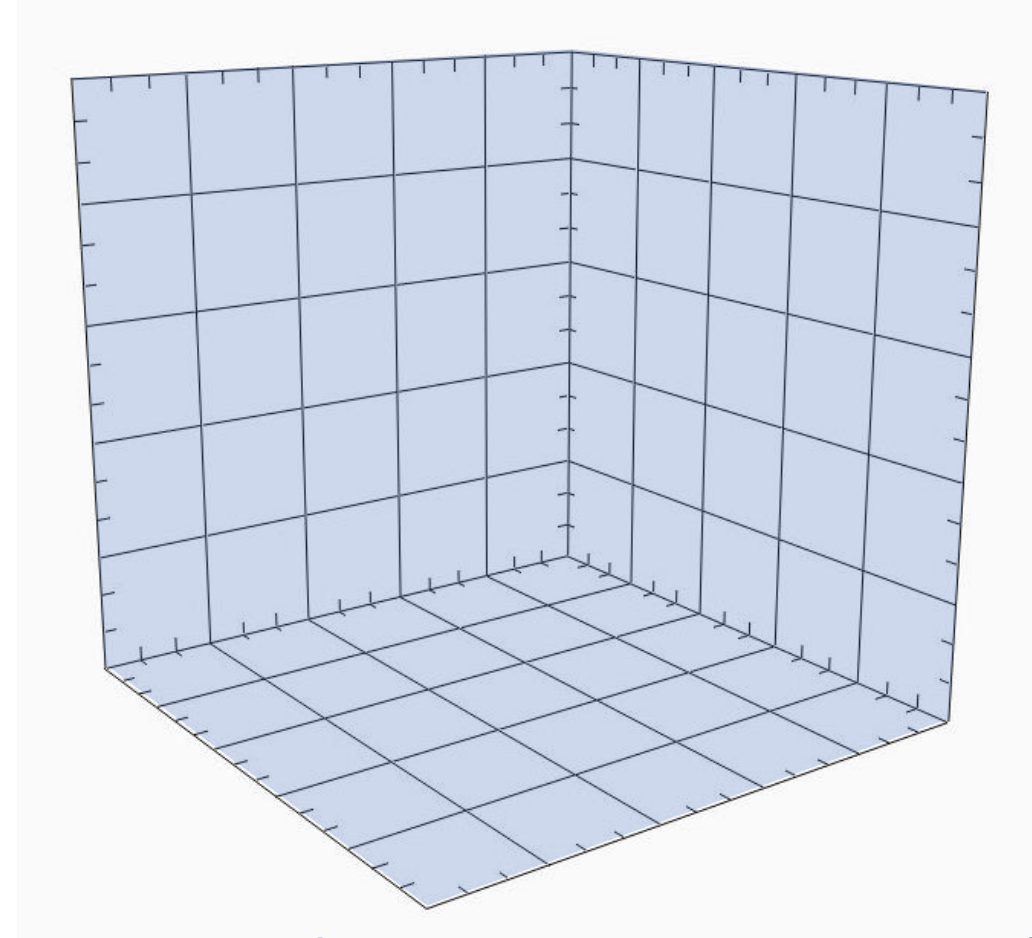
Die 13 Variablen, die ein Klimasystem eindeutig beschreiben, können mathematisch auf den Einheitsraum abgebildet werden, d.h. jede mögliche Lösung kann durch einen Punkt dargestellt werden.

Der Einfachheit werden nur 3/13 Dimensionen visualisiert.

Wo sind physikalisch mögliche Lösungen und welche ist das Optimum hinsichtlich der Kosten?

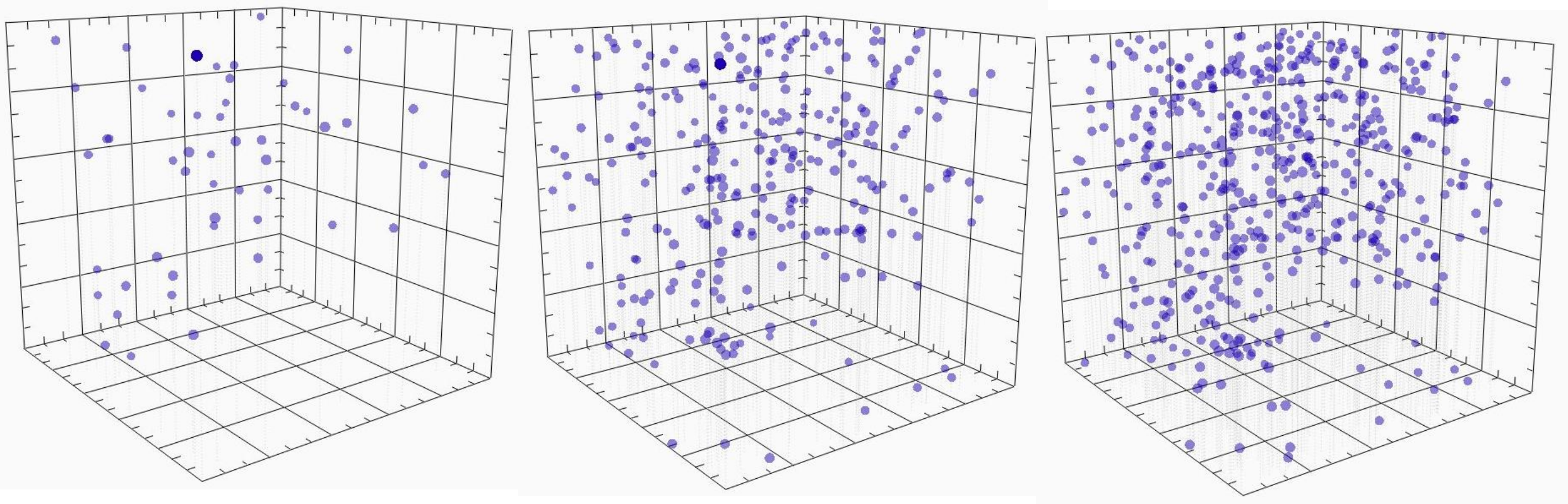
Anwendung von KI:

Methodik: Metaheuristisches Optimierungsverfahren „**Particle Swarm Optimization**“



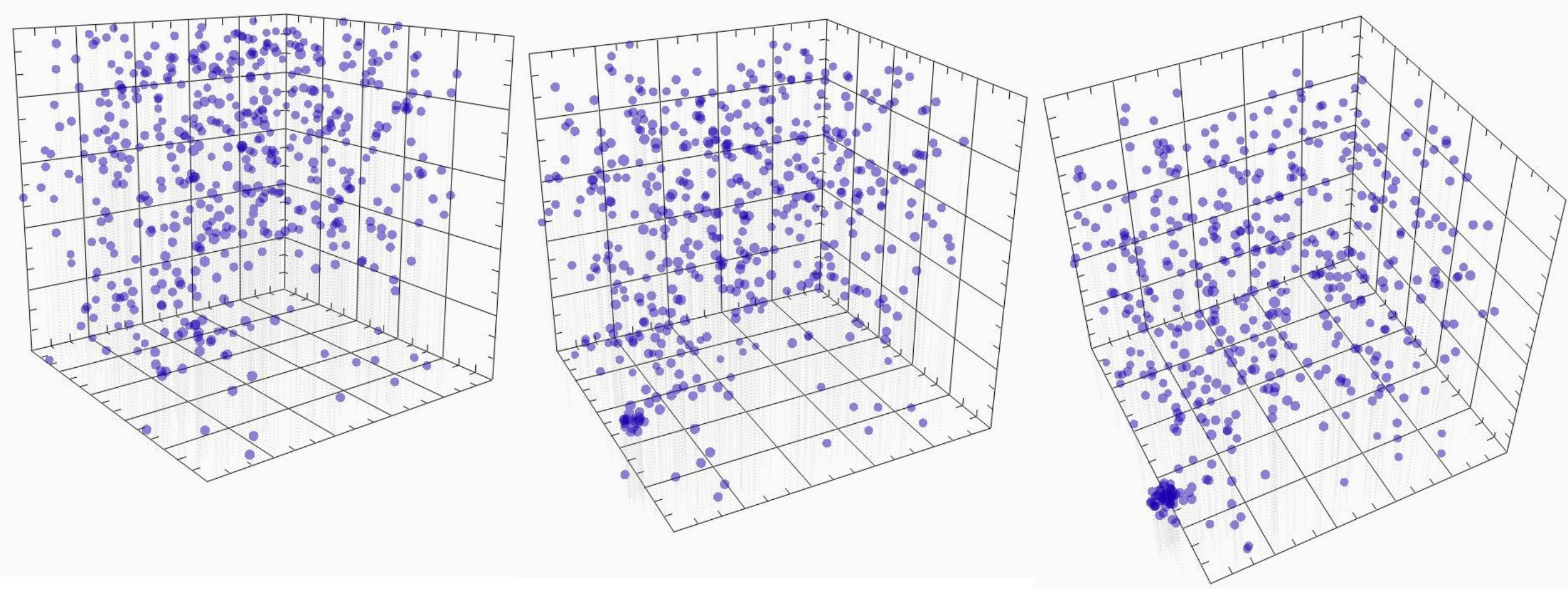
Optimierungsverfahren: 1.Valider Schwarm (500)

- Jeder Punkt ist eine 20 Jahressimulation für ein Klimasystem das alle Randbedingungen erfüllt!



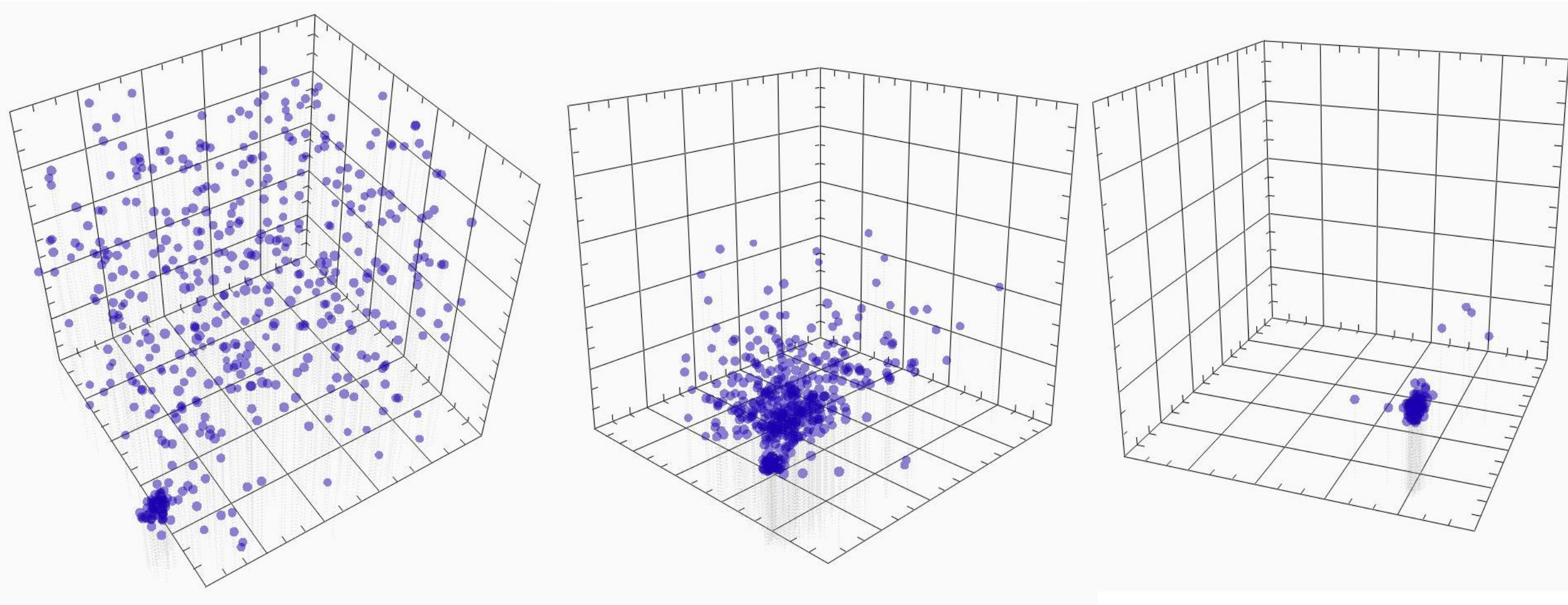
Optimierungsverfahren: 2. Mutation Explorative Suche

- Jeder Punkt ist eine 20 Jahressimulation für ein Klimasystem das alle Randbedingungen erfüllt!



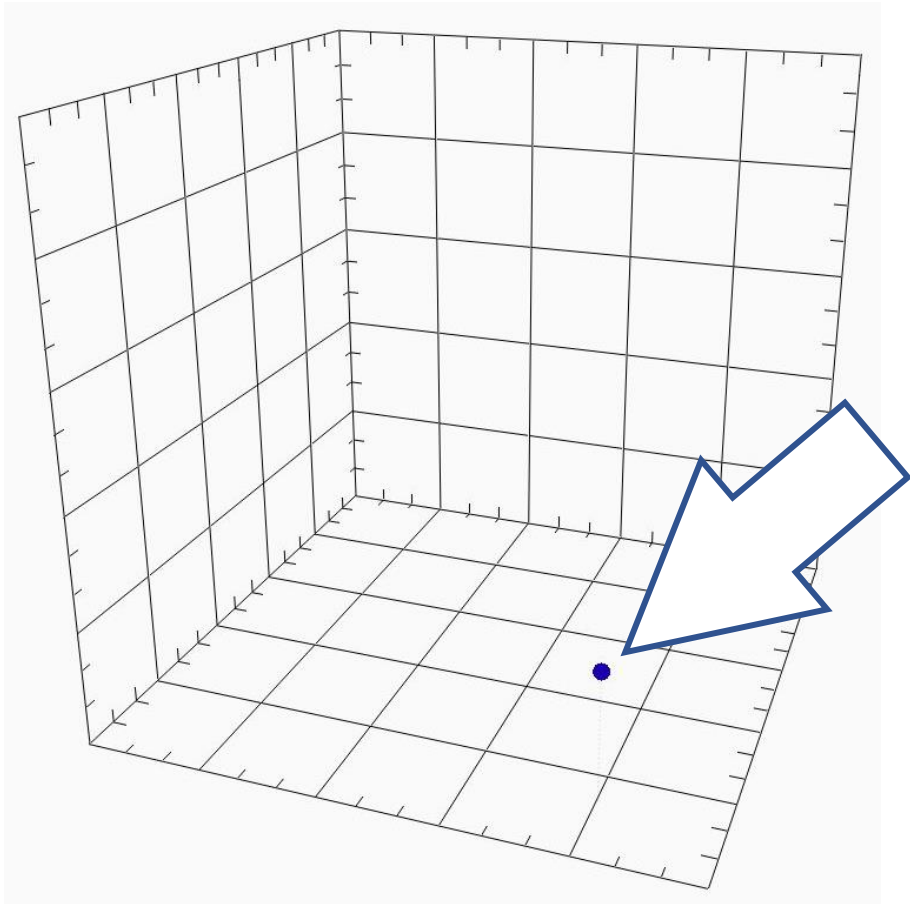
Optimierungsverfahren: 3.Schwarmoptimierung

- Jeder Punkt ist eine 20 Jahressimulation für ein Klimasystem das alle Randbedingungen erfüllt!



Optimierungsverfahren: 4.Schwarmoptimum

- Jeder Punkt ist eine 20 Jahressimulation für ein Klimasystem das alle Randbedingungen erfüllt!

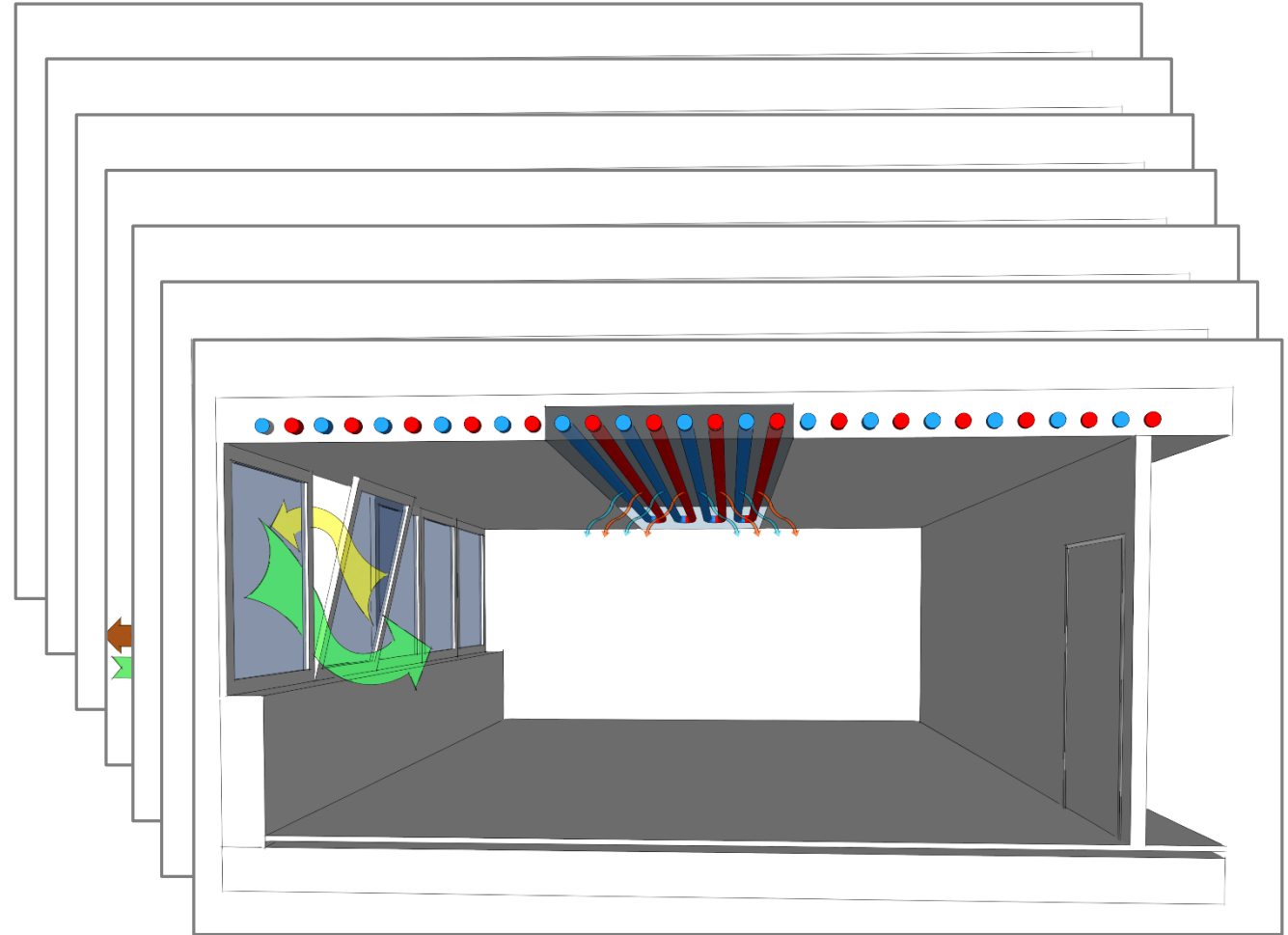


Das 13.dimensionale Optimum der Auslegung eines Klimasystems (aller Komponenten) mit minimalen Gesamtkosten unter Berücksichtigung aller physikalischen Modelle, €-Modellen und Randbedingungen



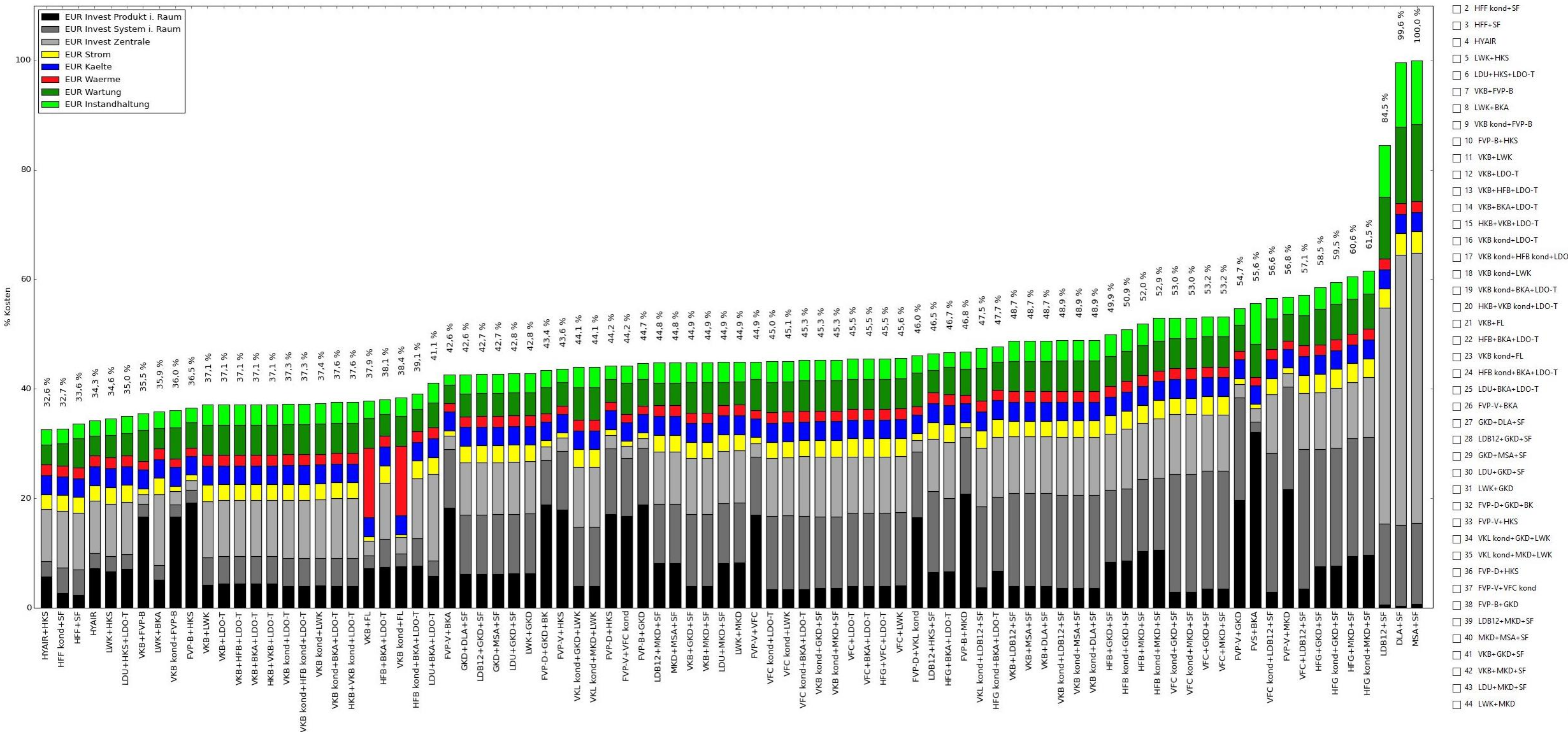
Anwendung des Simulationsmodells mit Schwarmoptimierung auf 100+ Klimasysteme

- VVS Anlagen
- Schlitzdurchlässe, Dralldurchlässe
- Induktionsanlagen
- Ventilator-konvektoren
- Fensterlüftung
- Kühlsegel
- Kühldecken
- Dezentrale Lüftungssgeräte
- ...



Datenanalyse: Gesamtkosten für 100+ Systeme

Stuttgart | 2- Achsraum | Kühlleistung: 50 W/m² | Heizleistung: 10 W/m² | Akustik LpA: 30 dBA | IAQ: 4 l/s pro Person | 20 Jahre

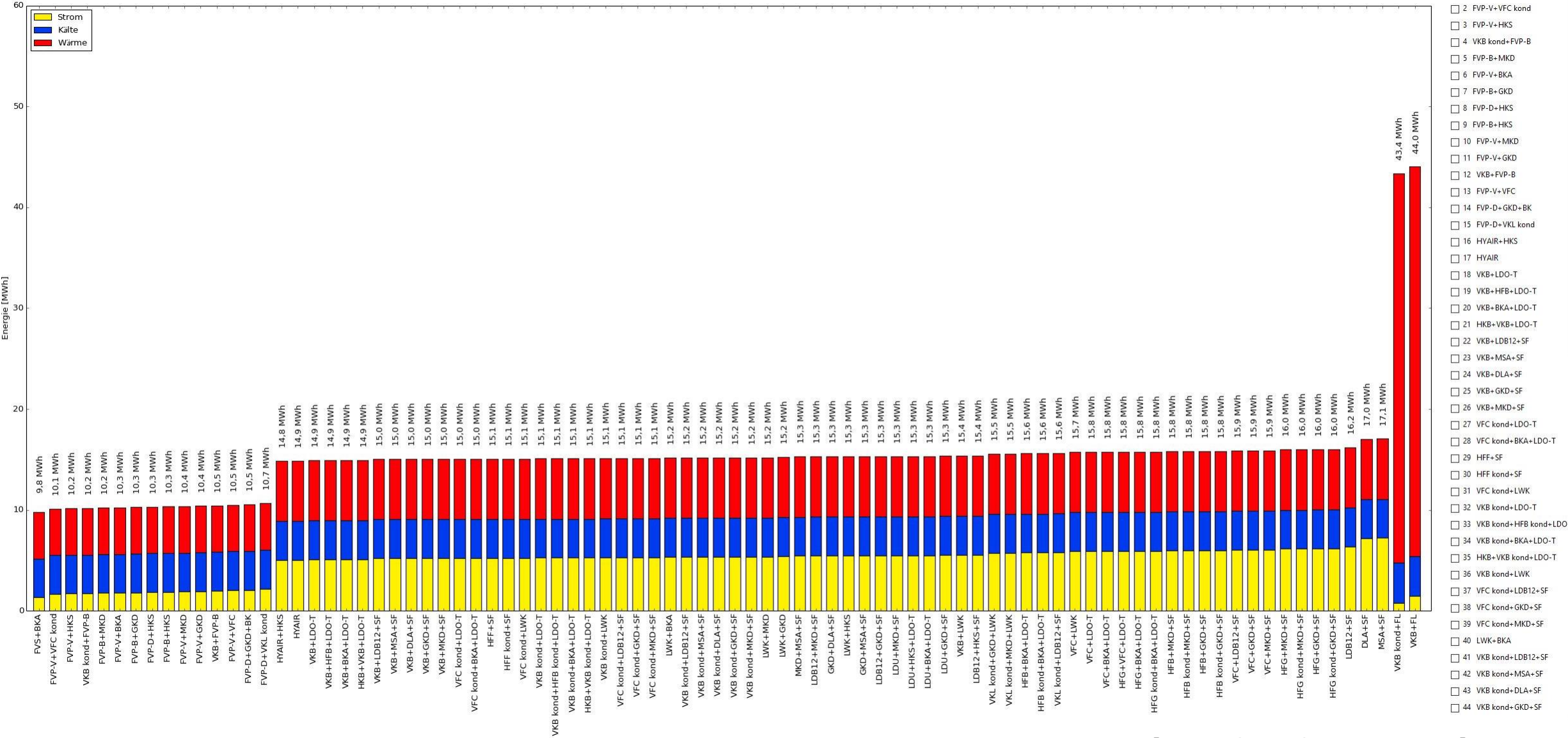


[86 technische Lösungen]



Datenanalyse: Primärenergiebedarf für 100+ Systeme

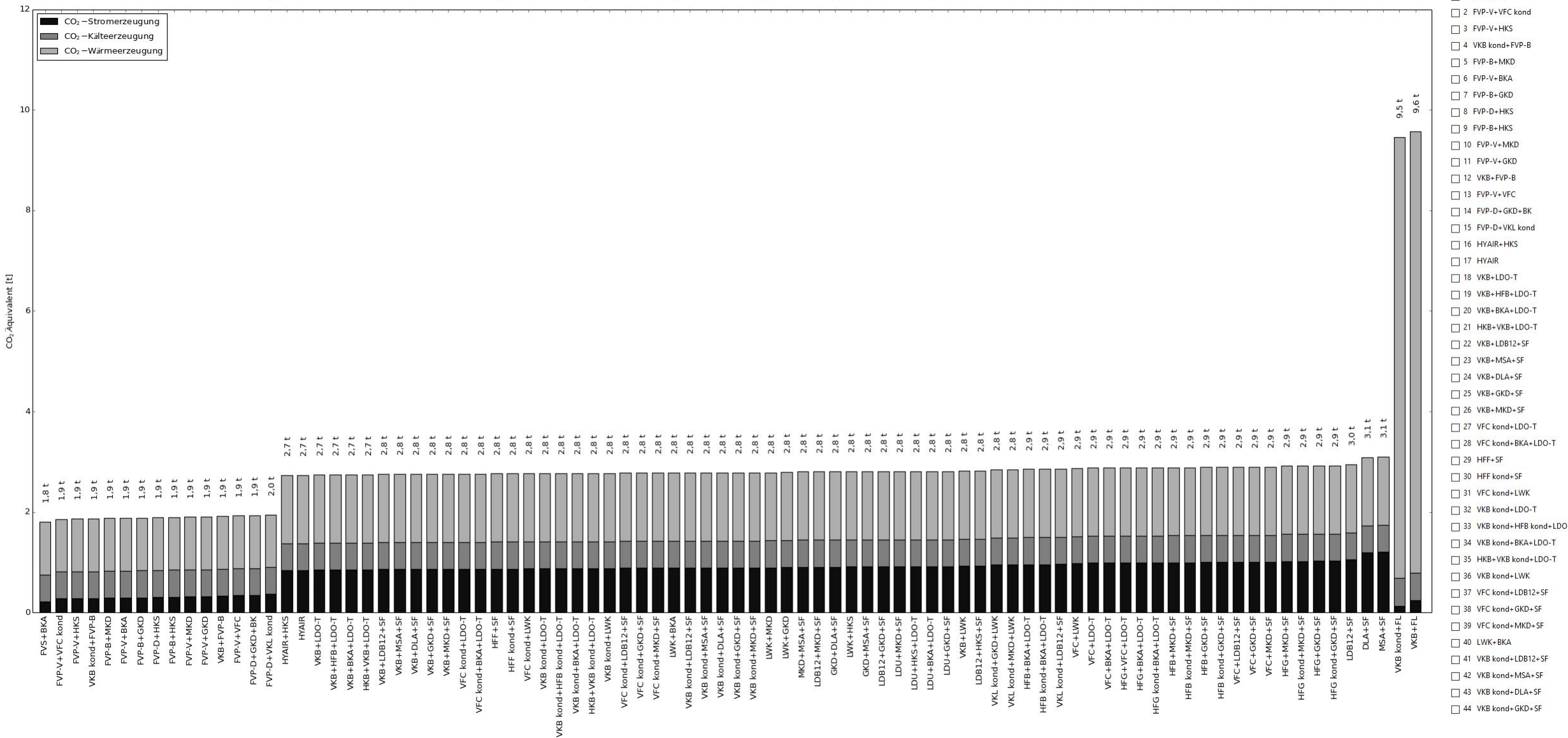
Stuttgart | 2- Achsraum | Kühlleistung: 50 W/m² | Heizleistung: 10 W/m² | Akustik LpA: 30 dBA | IAQ: 4 l/s pro Person | 20 Jahre



[86 technische Lösungen]

Datenanalyse: CO₂ Äquivalent für 100+ Systeme

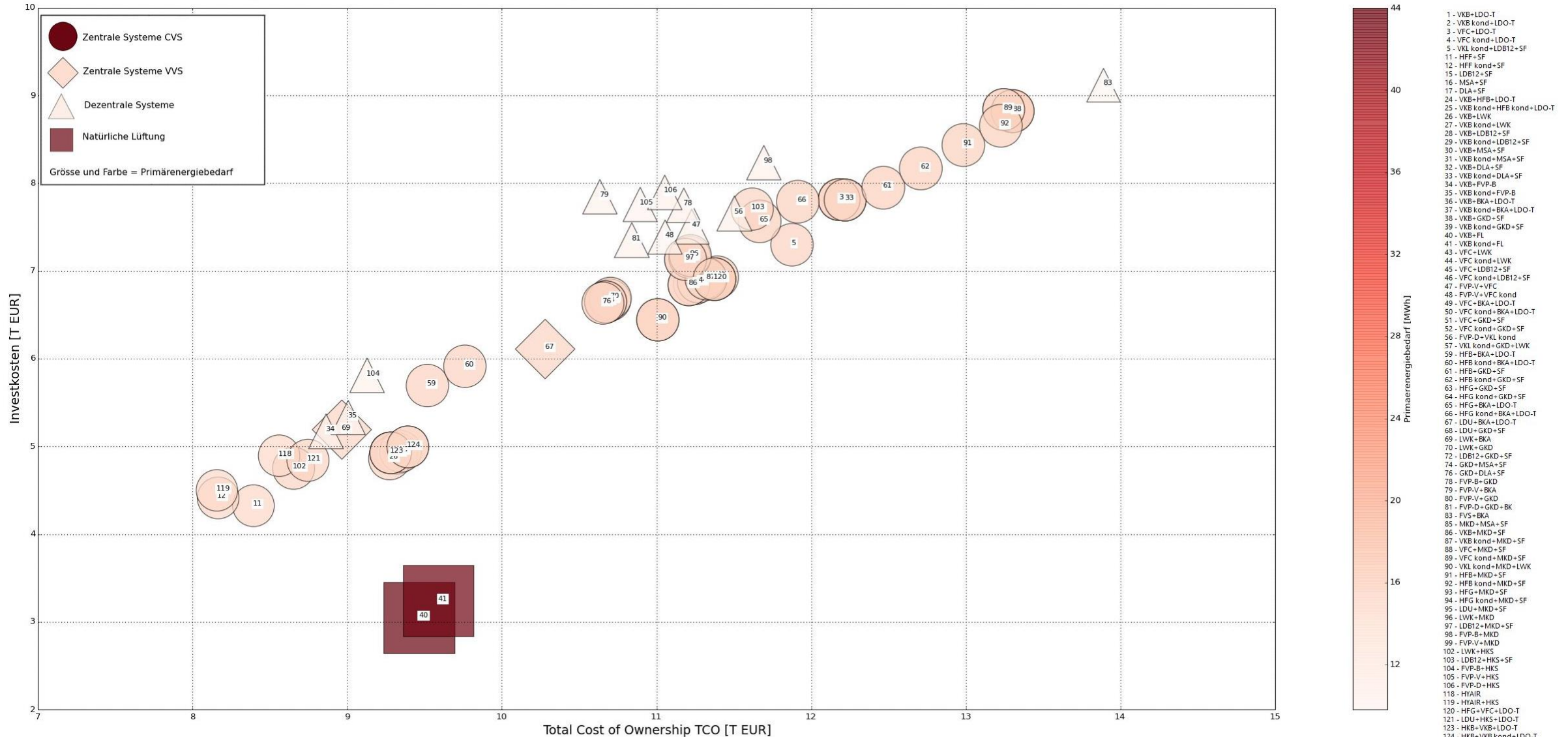
Stuttgart | 2- Achsraum | Kühlleistung: 50 W/m² | Heizleistung: 10 W/m² | Akustik LpA: 30 dBA | IAQ: 4 l/s pro Person | 20 Jahre



[86 technische Lösungen]

Datenanalyse: Portfolioanalyse für 100+ Systeme

Stuttgart | 2- Achsraum | Kühlleistung: 50 W/m² | Heizleistung: 10 W/m² | Akustik LpA: 30 dBA | IAQ: 4 l/s pro Person | 20 Jahre

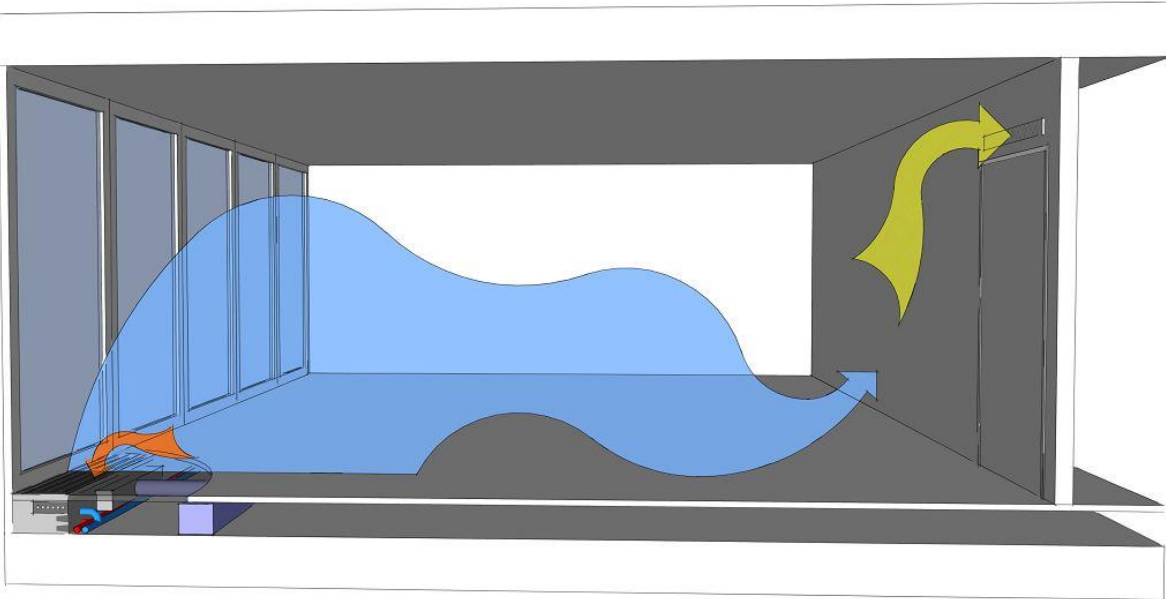


[86 technische Lösungen]

Dokumentation: Für jede Lösung eine „Systemkarte“

► System: Bodeninduktionsgerät+Überströmdurchlass

Stuttgart | 2- Achsraum | Kühlleistung: 40 W/m² | Heizleistung: 10 W/m² | Akustik: LpA: 30 dBA | IAQ: 4 l/s pro Person | 20 Jahre



Systembeschreibung

Ein Bodeninduktionsgerät wird in Fassadennähe im Doppelboden unterhalb eines sichtbaren Gitters positioniert. Das Gerät wird an das Zuluft-Kanalnetz der Lüftungszentrale angeschlossen. Die Frischluft strömt durch Düsen in das Gerät ein und saugt dabei Raumluft an, die durch einen Wärmeübertrager geführt und entlang der Fassade ausgeblasen wird. Der angeschlossene Kaltwasser- und Heißwasserkreislauf ermöglicht das schnelle Temperieren der Raumluft im Umluftverfahren. Als Strömungsform sollte darauf geachtet werden, dass eine Misch-Quellströmung (siehe VDI 3804) guten thermischen Komfort gewährleistet. Die eingebrachte Luftmenge strömt über ein Überströmelement in der Wand in die Innenzone des Gebäudes, wo sie über das Abluft-Kanalnetz zur Lüftungszentrale geführt wird.

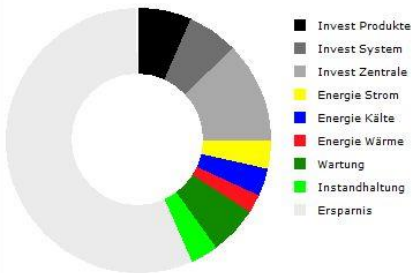
Systemauslegung

Fläche	Personen	Luftmenge min.	Σ Schalldruckpegel
16,2 m ²	2	52,1 m ³ /h	27,9 dBA
Raumheizleistung	Raumkühlleistung	Σ Schallleistungspegel	
162 W	648 W	33,9 dBA	

Systembenchmark

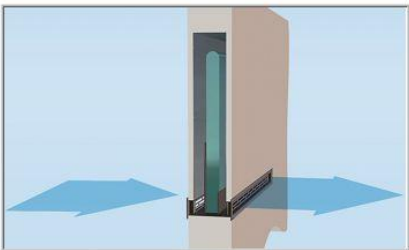
Rang	TCO Total Cost of Ownership	
27.	43,5 %	9100 €
Rang	Primärenergieverbrauch	
76.	34,1 %	14,7 MWh
Rang	CO2 Äquivalent	
76.	28,9 %	45,3 kWh/m ² a 2,72 t

Kostenbenchmark



Produkte

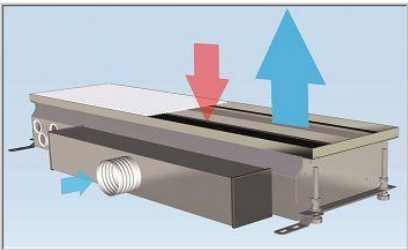
Überströmdurchlass



1x LDO-T/550

Ein Überströmdurchlass wird in die Flurwand eines Raumes eingebaut und ermöglicht den Luftaustausch zwischen einem Einzelbüro und der Innenzone des Gebäudes. So kann z. B. die Abluft des Büros zentral in der Innenzone abgesaugt werden. Die Herausforderung ist es, bei minimalem Druckverlust den Schallschutz der Wand trotz Durchbruch aufrechtzuerhalten und die Übertragung von Sprache von Raum zu Raum zu minimieren. Dies gelingt durch ein System unterschiedlicher integrierter Schalldämpfer.

Bodeninduktionsgerät



2x HFB--/4/630/T

Ein Induktionsgerät für den Bodeneinbau ist eine energieeffiziente Methode, einen Raum mit Umluft zu heizen und zu kühlen sowie mit Frischluft zu versorgen. Der Wärmetransport findet dabei über den Anschluss mit Warmwasser und Kaltwasser statt. Die angeschlossene Frischluft aus der RLT-Zentrale wird innerhalb des Gerätes in kleine Einzelstrahlen aufgeteilt, die die Raumluft durch den Wärmeübertrager ansaugen. Dieser Effekt heißt Induktion. Da ein Induktionsgerät keine drehenden Teile hat, ist es extrem langlebig. Um hohe Leistungen auch bei mit gutem thermischem Komfort zu realisieren, muss die Strömungsform der Misch-Quelllüftung sichergestellt werden. Die Wartung und Reinigung des Gerätes erfolgt über das im Raum sichtbare Bodengitter.

Zusammenfassung

Der SystemFinder ...

- fasst 9 vereinfachte Simulationsmodelle zusammen
- beschreibt 105 unterschiedliche Klimasysteme
(Stand 12/2020)
- optimiert jedes System unter denselben Randbedingungen mit Künstlicher Intelligenz
- vergleicht alle Systeme hinsichtlich: Investitionskosten, Gesamtkosten, Primärenergiebedarf, ...
- legt jedes System in seinem Optimalpunkt aus



Ganz im Geiste von
„open innovation“
kostenlos unter

www.system-finder.de

Danke für das Interesse.

Wir freuen uns auf eine rege
Diskussion

systemfinder@ltg.de



SIE SIND IN DIE PLANUNG EINER GEBÄUDESANIERUNG ODER EINES NEUBAUES INVOLVIERT?

Die grundlegenden Entscheidungen zur eingesetzten Lüftungs-, Heiz- und Klimatechnik werden bereits in einem frühen Planungsstadium gefällt, da sie architektonisch relevant sind, z. B. ob eine Fensterlüftung oder eine mechanische Lüftung realisiert werden soll, zentral oder dezentral. Die Kosten und der Primärenergiebedarf des Gebäudes werden hier bereits ganz wesentlich vorbestimmt. Ein ausführlicher Vergleich technischer Lösungen kann andererseits aufgrund fehlender Informationen noch nicht durchgeführt werden, so wird meist auf in der Vergangenheit realisierte Lösungen zurückgegriffen.